

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JESHER HELIEL RODRIGUES

EXPRESSÃO FACIAL EM PERSONAGENS ANIMADOS: AUXILIANDO CRIANÇAS COM
TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

CURITIBA PR

2018

JESHER HELIEL RODRIGUES

EXPRESSÃO FACIAL EM PERSONAGENS ANIMADOS: AUXILIANDO CRIANÇAS COM
TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Informática no Programa de Pós-Graduação em Informática, Setor de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Paraná.

Área de concentração: *Ciência da Computação*.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Silva.

CURITIBA PR

2018

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

R696e

Rodrigues, Jeshel Heliel

Expressão facial em personagens animados: auxiliando crianças com transtorno do espectro autista / Jeshel Heliel Rodrigues. – Curitiba, 2018.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2018.

Orientador: Luciano Silva.

1. Autismo. 2. Programação visual (Computação). 3. Computação gráfica.
I. Universidade Federal do Paraná. II. Silva, Luciano. III. Título.

CDD: 006.6

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INFORMÁTICA

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em INFORMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JESHER HELIEL RODRIGUES** intitulada: **Expressão Facial em Personagens Animados: Auxiliando Crianças com Transtorno do Espectro Autista**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 02 de Outubro de 2018.

LUCIANO SILVA

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ANA CAROLINA ESPIRITO SANTO LIMA

Avaliador Externo (UPM)

OLGA REGINA PEREIRA BELLON

Avaliador Interno (UFPR)



*Dedico esse estudo ao meu sobrinho
Samuel Henrique que é a motivação
dos meus estudos*

Agradecimentos

Quero agradecer principalmente a Deus por ser meu sustento e motivador ao longo de todo o mestrado. A meus pais por fazerem de tudo por mim, possibilitando a realização desse sonho. A minha irmã Jamile por sempre me apoiar, a Letícia Marcelo pelo suporte, e pelo meu sobrinho Samuel, o qual é o motivo de realizar esse projeto que tem o propósito de auxiliá-lo, e a outras crianças com autismo. Agradeço a minha linda noiva Cesia por me aguentar, auxiliar e estar comigo com todas essas dificuldades. Aos meus excepcionais amigos Fernando, Flávio, Amauri e Antônio. A todas as instituições parceiras que abriram as portas e ajudaram com a realização desse projeto. A meus Professores Olga e Luciano por abrirem as portas do IMAGO, e a todos que direta ou indiretamente realizaram este projeto.

RESUMO

As expressões faciais desempenham um papel essencial na relação entre seres humanos, desde os primeiros meses de vida já são utilizadas como indicadores para a comunicação com seus familiares. A compreensão de expressões faciais por pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um dos grandes desafios na área da saúde, pois esse grupo específico de pessoas tem grande dificuldade no reconhecimento e reprodução de expressões faciais. Pesquisas em computação visual, que abrangem técnicas de processamento de imagens, computação gráfica e visão computacional fornecem ferramentas importantes para auxílio nos tratamentos que visam compreensão de expressões faciais por indivíduos com TEA. Esse trabalho apresenta um jogo computacional para animação faciais em personagens animados. O intuito da ferramenta é auxiliar no tratamento de crianças de 7 à 14 anos com TEA, principalmente no processo de aprendizado e produção de expressões faciais. Inicialmente a ferramenta foi projetada para o auxílio em quatro expressões faciais básicas: alegria, tristeza, medo e raiva, por ser expressões de mais fácil entendimento. O jogo interativo é voltado para crianças com TEA, onde ela aprenderá a reproduzir expressões faciais de forma lúdica. Através desse jogo, na qual ela aprenderá alternativas para ampliar a capacidade de comunicação e interação de indivíduos portadores de TEA com outras pessoas aprimorando assim sua forma de viver.

Palavras-chave: Autismo, Expressões Faciais, Computação Visual.

ABSTRACT

Facial expressions play an essential role in the relationship between humans since the first months of life are already used as indicators for communication with their families. The understanding of facial expressions by people with autism spectrum disorders (ASD) is one of the great challenges in healthcare, because this particular group of people has significant difficulty in recognizing and produce facial expressions. Research in visual computing, covering techniques of image processing, computer graphics, and computer vision are valuable tools that have proven effectiveness in aid to treatments that aim to the understanding of facial expressions by individuals with ASD. This work presents a prototype of a computational game for transferring facial expressions to animated avatars. The purpose of the tool is to assist the treatment of children with ASD aged between seven to fourteen years. Initially, the tool is designed to help with four basic facial expressions: joy, sadness, fear, and anger. The final tool will be an interactive game designed for children with ASD, where the child learns and playfully trains facial expressions. Through the tool, we intended to provide alternatives to expand the capacity of communication and interaction of individuals with ASD with others improving their way of life.

Keywords: Autism, Expression Facial, Visual Computing.

Lista de Figuras

2.1	Unidades de ação da parte superior e inferior da face Tian et al. (2001)	13
2.2	O Battlezone da Atari, um dos primeiros jogos de Realidade Virtual	14
4.1	Etapa de desenvolvimento.	17
4.2	<i>Blendshapes</i> criados para jogo.	18
4.3	Etapa de reconhecimento de Expressões Faciais.	20
4.4	Personagem saindo.	20
4.5	Tela de Cadastro.	21
4.6	Produção de Expressões Faciais sem personagem.	21
4.7	Produção de Expressões Faciais com personagem.	22
5.1	Equipamentos Utilizados nos Testes.	25
6.1	Comparativo dos tempos médios para reprodução das expressões faciais.	26
6.2	Gráfico Comparativo da intensidade média das expressões faciais.	27
6.3	Gráfico de Erros por Expressão facial.	28
6.4	Imagens obtidas utilizando a câmera Intel® RealSense™.	28
A.1	Comprovante de Recepção.	35

Lista de Tabelas

5.1	Dados sobre os participantes do experimento - AMA	24
-----	---	----

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Objetivos e Metas	11
2	Fundamentação Teórica.	12
2.1	Autismo	12
2.2	Expressões Faciais	12
2.3	Animação de Expressão Facial	13
2.4	Serious Games	13
3	Trabalhos Relacionados	15
3.1	Transferência de Expressão Facial	15
3.2	Personagens Animados	16
4	Materiais e Métodos	17
4.1	Desenvolvimento da Ferramenta	17
4.2	Especificação	19
4.2.1	Roteiro	19
4.2.2	Game Design	19
4.2.3	Game Play.	19
4.3	Considerações Finais	22
5	Testes de Usabilidade	23
5.1	Metodologia.	23
5.2	Participantes.	23
5.2.1	AMA Maringá e Estrela de Davi	24
5.3	Equipamento e Local	25
5.4	Considerações Finais	25
6	Resultados	26
6.1	Dados Coletados	26
6.2	Vídeos das Atividades	28
6.3	Considerações Finais	29
7	Discussão	30
8	Conclusão	31
	Referências	32
	Apêndice A: Anexos	35
A.1	Comprovante do Envio do Projeto	35

A.2	Termo de consentimento - AMA	35
A.3	Termo de consentimento - Estrela de Davi	38

1 Introdução

O transtorno do Espectro Autista (TEA) pertence ao grupo dos transtornos de neurodesenvolvimento no qual ocorre uma ruptura em processos fundamentais de socialização, comunicação e aprendizado do indivíduo Klin e Mercadante (2006). O TEA é considerado o mais prevalente e conhecido desse grupo acometendo aproximadamente 2 milhões de pessoas no Brasil Paula et al. (2011) segundo dados da Organização Mundial de Saúde. Entretanto, esse número tem aumentado exponencialmente nos últimos anos devido a evolução das pesquisas no diagnóstico de crianças com TEA Matson e Kozlowski (2011).

Os maiores desafios relativos ao diagnóstico do TEA estão relacionados à interpretação dos sinais e o acompanhamento da evolução dos sintomas especialmente em crianças com poucos meses de vida, pois nem sempre os profissionais são treinados para esta difícil tarefa. Esses desafios envolvem as áreas de saúde e educação especial. Nesse contexto, famílias tem enfrentado diversos problemas tanto para a obtenção de diagnóstico preciso e definitivo para seus filhos, quando estes apresentam distúrbios de comportamento ou dificuldades de comunicação, quanto para encontrar tratamento adequado onde possam participar de forma mais ativa Warren et al. (2011).

De modo a contribuir para mitigar tais desafios este projeto visa o desenvolvimento de um jogo baseado nos recursos da Tecnologia Assistiva que possa ajudar no tratamento. Desta forma, pretende-se disponibilizar esse jogo que auxiliará profissionais e familiares no tratamento e educação de crianças com TEA.

1.1 Objetivos e Metas

O objetivo geral desse trabalho é desenvolver um jogo que captará através da câmera do dispositivo as expressões faciais do jogador e realizará a animação facial dessas expressões para um personagem animado. O personagem repetirá as expressões feitas com o objetivo de estimular o jogador a aprender expressar e conhecer suas emoções.

Os objetivos específicos desse trabalho são: *a)* Especificar e desenvolver um jogo computacional para auxiliar o reconhecimento e produção expressões faciais por crianças com TEA; *b)* Criar uma conceituação artística que agrade visualmente a criança sem causar qualquer tipo de desconforto e de um personagem animado com intenção de ajudar as crianças na concentração e interação; e *c)* Coletar e analisar os dados obtidos nos testes de usabilidade efetuado com as crianças.

A validação da proposta ocorrerá em parceria com profissionais da Associação Maringense dos Autistas (AMA), Estrela de Davi - Associação de Pais e Amigos dos Autistas, ambas de Maringá – Paraná. Os parceiros deste projeto viabilizarão a inclusão do uso do aplicativo na rotina das crianças com TEA e consequentemente poderão estudar novas estratégias para o tratamento e acompanhamento destas crianças.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Autismo

O Transtorno do Espectro Autista é um distúrbio que compõe o grupo dos Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD) caracterizado por desenvolvimentos anormais relacionados a interação social, comunicação, repetição de atividades e interesses Camargo e Bosa (2009). O transtorno pode divergir de acordo com o desenvolvimento e a idade do portador de TEA Klin e Mercadante (2006).

A comunicação de pessoas com TEA acontece de forma verbal e não-verbal: a) a verbal na forma de repetições de palavras ou frases com dificuldade na pronúncia; b) a não-verbal por meio de movimentos repetitivos, rejeição ao contato físico e dificuldade em expressar necessidade, entre outras Papalia et al. (2009).













Devido aos problemas em sua comunicação não-verbal a socialização é marcada pela não expressividade de emoções e consequentemente os sentimentos ocasionando assim inflexibilidade no pensamento, comportamento e linguagem, além da não interação social ocasionando obstáculos inerentes ao conhecimento em diferentes áreas Passerino et al. (2009).

As emoções expressas por meio da face apresentam um papel muito importante na comunicação e interação entre os seres humanos. Desde os primeiros meses de vida os recém-nascidos já interagem a partir de expressões faciais, usando-as como sinais essenciais para entendimento da comunicação Picard et al. (2001).

2.2 Expressões Faciais

As expressões faciais desempenham um papel muito importante em nossa interação e comunicação com outras pessoas. Darwin (1872) descreve alguns princípios gerais sobre as expressões dos seres humanos e animais, as classificando em grupos de expressões.

Outros autores apresentaram modelos para classificar as emoções e expressões faciais como os estudos de Arnold (1960), Plutchik (2001) e Paul Ekman. Ekman e Friesen (1977) mapeou as emoções com as expressões faciais dos seres humanos e em seus estudos caracterizou um sistema de codificação universal para representar os músculos faciais utilizados para reproduzir uma expressão facial, chamado de Sistema de Codificação de Ação Facial (do inglês Facial Action Coding System, FACS). O FACS define quarenta e quatro unidades de ações (do inglês Action Units, AU). Cada unidade de ação consiste em uma ação de um músculo específico ou combinações de músculos. As figuras 2.1 demonstram alguns exemplos de unidades de ações das partes inferiores e superiores da face.

Upper Face Action Units					
AU1	AU2	AU4	AU5	AU6	AU7
					
Inner Brow Raiser	Outer Brow Raiser	Brow Lowerer	Upper Lid Raiser	Cheek Raiser	Lid Tightener
*AU41	*AU42	*AU43	AU44	AU45	AU46
					
Lip Droop	Slit	Eyes Closed	Squint	Blink	Wink

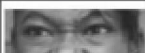

















Lower Face Action Units					
AU9	AU10	AU11	AU12	AU13	AU14
					
Nose Wrinkler	Upper Lip Raiser	Nasolabial Deepener	Lip Corner Puller	Cheek Puffer	Dimpler
AU15	AU16	AU17	AU18	AU20	AU22
					
Lip Corner Depressor	Lower Lip Depressor	Chin Raiser	Lip Pucker	Lip Stretcher	Lip Funneler
AU23	AU24	*AU25	*AU26	*AU27	AU28
					
Lip Tightener	Lip Pressor	Lips Parts	Jaw Drop	Mouth Stretch	Lip Suck

Figura 2.1: Unidades de ação da parte superior e inferior da face Tian et al. (2001)

2.3 Animação de Expressão Facial

As pesquisas em computação visual abrangem técnicas de processamento de imagens, computação gráfica e visão computacional e têm avançado significativamente nas últimas décadas fornecendo inovadoras tecnologias para a resolução de problemas em diversas áreas do conhecimento. Essas técnicas podem ser aplicadas em reconhecimento de expressões faciais Ding et al. (2017), reconhecimento facial Kumar et al. (2009, 2011), identificação de pose Zhu e Ramanan (2012), classificação de gênero Ranjan et al. (2016, 2017), entre outros.

Nesse contexto, animação facial é feita pela transferência de expressões, uma área da visão computacional que desperta muito interesse principalmente na indústria do entretenimento, na qual são realizadas animações de expressões em tempo real de pessoas para personagens animados em 3D. A animação facial usa dois componentes importantes: o rastreamento do rosto, em que ocorre a extração das características faciais; e a animação de um personagem animado Saragih et al. (2011).

2.4 Serious Games

A palavra jogo se origina do vocábulo latino Ludus, que significa brincadeira, diversão, elementos primordiais que sempre estiveram presentes na vida de todo indivíduo, desde os tempos primitivos até a atualidade. Com o tempo os jogos ganharam subdivisões em categorias, como: jogos de regras; jogos de faz de conta; e finalmente os jogos eletrônicos. Hoje são encontrados os mais variados tipos de jogos: jogos de ação; aventura; Role-Playing Game (RPGs), que em

português significa "jogo de interpretação de personagens"; raciocínio; simulações; e *Serious Games* Moura (2008).

Serious Games representam os jogos eletrônicos que tem o objetivo de melhorar aspectos como educação, aprendizagem de novos conceitos e habilidades, são usados para treinamentos corporativos, militares, educação, saúde e políticas públicas. Além disso, possui atividades com objetivos de instruir e educar gerando conhecimento e novas habilidades para o jogador Zyda (2005).

O termo *serious games*, foi usado pela primeira vez na década de 1980 com simuladores de treinamento para área militar desenvolvida nos Estados Unidos Stone (2009). Em 1983, a empresa Atari Inc. desenvolveu um jogo chamado Battlezone que simula um tanque de guerra em batalha, Figura 2.2. No simulador o jogador pode utilizar um painel em LCD para ter a visão que um soldado tem de dentro de um tanque de guerra, por isso é considerado um dos primeiros jogos a usarem realidade virtual Harries (2002).



Figura 2.2: O Battlezone da Atari, um dos primeiros jogos de Realidade Virtual

Serious Games também são capazes de auxiliar no desenvolvimento de pessoas com deficiência, pois podem utilizar estratégias de ensino em educação especial Kwon e Lee (2016). A aprendizagem de pessoas com necessidades especiais deve estar diretamente relacionada à sua deficiência, a fim de criar métodos de ensino especificamente preparados para os diferentes tipos de dificuldades. Assim, alguns métodos proporcionam a essas pessoas uma adaptação maior na sociedade Glat e Fernandes (2005).

Por isso, segundo Aldrich (2009), uma das estratégias usadas em *serious games* voltado para público de pessoas com deficiência é a repetição dos jogos, pois ele pode se tornar muitas vezes um motivador e principalmente um dos métodos mais importantes para aprendizagem.

A aprendizagem de pessoas com necessidades especiais deve estar diretamente relacionada à sua deficiência, a fim de criar métodos de ensino especificamente preparados para os diferentes tipos de dificuldades. Assim, alguns métodos proporcionam a essas pessoas uma adaptação maior na sociedade Glat e Fernandes (2005).

3 Trabalhos Relacionados

Os trabalhos citados nessa seção visam a análise e o desenvolvimento de técnicas de transferência de expressões faciais, outros estudam a influência de efeitos gráficos e características que compõem o personagem criado, tais como: efeitos relacionados ao estilo de renderização dos personagens em 3D; a quantidade de movimentos faciais na elaboração de uma expressão; a capacidade de percepção do personagem; inteligência; e sociabilidade.

3.1 Transferência de Expressão Facial

Thies et al. (2015) detalha como é feita a transferência em tempo real de expressões faciais entre duas pessoas em um vídeo. Os autores demonstram duas etapas principais que são necessárias para ocorrer a transferência em seu método. A primeira é capturar com precisão as expressões dos indivíduos de origem e destino em tempo real, para isso ele usou sensores RGB-D. A segunda etapa é a transferência das expressões faciais na qual é necessário calcular a diferença entre as expressões de origem e destino e modificar os parâmetros do alvo para coincidir com as expressões do primeiro usuário.

Já o trabalho de Weise et al. (2011) demonstra um sistema de transferência facial para um personagem animado permitindo usuário controlar as expressões faciais em tempo real. Nesse trabalho os autores apresentam um novo algoritmo de rastreamento da face combinado com geometria e as texturas de um personagem animado. Ainda aborda a reconstrução da face em 3D sem a utilização de marcadores faciais sendo uma aplicação com muito ganho nas áreas de interação social e jogos digitais.

O trabalho de Cao et al. (2013) usa o rastreamento facial em tempo real e animação de um personagem animado. Ele usa um conjunto de imagens de expressões faciais utilizadas para treinar um algoritmo que mapeia aparência 2D da imagem para a forma 3D, portanto, ele utiliza marcadores faciais na forma 3D transferidas para um personagem que gera as animações correspondentes.

Há trabalhos que usam a geometria da face em diferentes expressões como Pawaskar et al. (2013) que criou um conjunto de formas (blendshapes) para misturar diferentes tipos de expressões de uma malha no rosto tendo apenas uma expressão neutra.

Existem também softwares privados que fazem transferência facial para uso de animações e jogos eletrônicos. Um exemplo de software seria o Faceshift, Faceshift (2017), que analisa os movimentos faciais em uma pessoa e os reproduz em tempo real para um personagem virtual animado em 3D.

Em Hyde et al. (2013), é investigado o efeito do estilo de renderização na percepção do caráter do personagem, em sua inteligência e confiança. Foram realizados experimentos envolvendo personagens realistas e animados na qual a intensidade dos movimentos foi alterada em ambos os tipos de personagem para que tais características descritas anteriormente fossem analisadas. Após a realização dos experimentos foi constatado que a maioria dos participantes

do experimentos demonstraram mais afeição aos personagens realistas do que aos personagens de desenho animado e, que esse resultado estava relacionado a sociabilidade e a velocidades do movimento do corpo dos personagens. Diante desta observação, concluiu-se que os personagens realistas, com taxa de movimentação exagerada expressam de forma mais intensa as expressões faciais e assim demonstram ser mais confiáveis em relação aos desenhos animados. Além disso, foi observado que algumas insuficiências no movimento do personagem podem se transferir para personalidade do mesmo.

3.2 Personagens Animados

O uso de personagens pode ser aplicado para diversas finalidades entre elas na análise dos efeitos das características dos personagens na interação com adultos. Em Hyde et al. (2014a) foram realizados experimentos com o objetivo de analisar as emoções demonstradas pelos participantes com base na manipulação das expressões dos personagens, além da alteração do nível de musicalidade que acompanhava o personagem. Assim, os autores investigaram os efeitos do realismo visual dos personagens na percepção da realidade e sua influência na interação com os adultos. Após os experimentos foi observado que a consistência na qualidade da animação, expressão e nos gestos faciais demonstraram ser grandes aliados no processo de sociabilidade dos personagens com as pessoas e principalmente o estímulo de reações emocionais dos participantes.

Outra aplicabilidade dos personagens segundo a literatura atual está no uso de sua expressividade facial para aumentar a persuasão e a sociabilidade do mesmo em relação a um indivíduo. No trabalho proposto por Hyde et al. (2015) é ressaltada a descoberta que o ajuste da expressividade de personagens animados interativos pode ser uma maneira simples de influenciar os julgamentos sociais das pessoas além de fazer com que as mesmas colaborem com os personagens. Todavia, a escolha do personagem e de suas respectivas técnicas de animação afetam a intensidade da influência perante uma pessoa. Por exemplo, distintas aparências de um personagem podem resultar na construção de diferentes impressões e gerar assim diversos estereótipos sociais.

Recentemente, novas abordagens visam o estudo da importância do uso de personagens na interação com crianças autistas no processo de socialização com os demais indivíduos que compõem seu ambiente de convivência. Em Carter et al. (2014) foi realizada uma comparação entre o comportamento de socialização de crianças portadoras de TEA em relação a interação com um avatar (personagem de desenho animado) e seres humanos.

No trabalho Hyde et al. (2014b) é analisado o comportamento emocional e conversacional de crianças portadores de autismo em relação a interação com personagens animados e com pessoas que apareciam em vídeos gravados. Com base nos experimentos não houve diferença no comportamento das conversas das crianças com os personagens de desenhos animados e com as pessoas mostradas nos vídeos mesmo nos momentos no qual a criança preferiu mais a pessoa ou quando o personagem animado exibiu expressões mais intensas. Esses resultados sugerem que as crianças irão interagir com personagens animados como fariam com uma pessoa.

4 Materiais e Métodos

Esse capítulo apresenta a especificação e desenvolvimento do jogo computacional para reprodução de expressões faciais por crianças com TEA. O trabalho de especificação foi efetuado em parceria com profissionais da área da saúde, como médicos e psicólogos, e terapeutas das seguintes parceiras: Associação Maringaense do Autistas (AMA); Associação Maringaense Estrela de Davi. O envolvimento de profissionais de diferentes áreas visa a troca de conhecimento e experiências para buscar uma especificação que seja ideal para o público-alvo.

4.1 Desenvolvimento da Ferramenta

Para o desenvolvimento do jogo foi usado a plataforma Unity, que consiste em um editor de jogos 2D e 3D. A escolha da respectiva plataforma baseou-se na flexibilidade de executar o algoritmo de detecção de expressões, além de permitir a manipulação de formas 3D. Para tais tarefas foram utilizados componentes nativos do Unity, que proporcionaram a codificação e a configuração dos personagens que compõem o jogo. Na figura 4.1 são exibidas as etapas do desenvolvimento e suas respectivas especificações

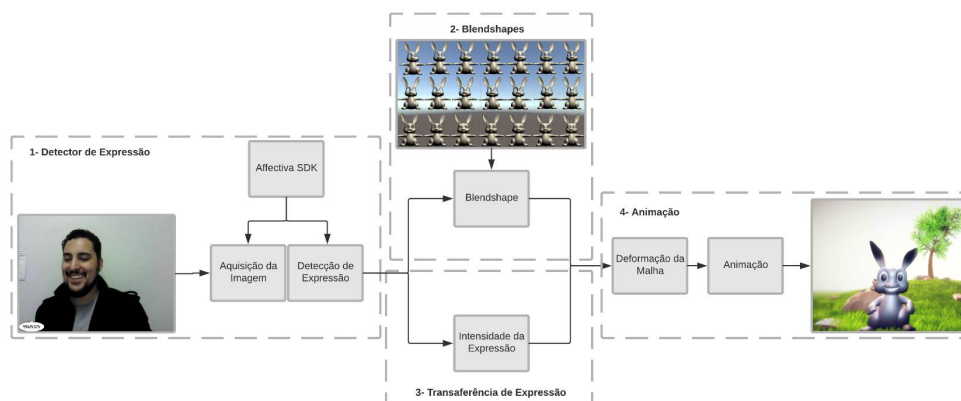


Figura 4.1: Etapa de desenvolvimento.

1. Detector de Expressões: O detector usado no presente trabalho é de propriedade intelectual da empresa "Affective" formada por pesquisadores do MIT Media Lab McDuff et al. (2016). Essa ferramenta faz parte de um kit de específico para desenvolvedores na qual o objetivo é auxiliar o processo de análise de expressões faciais e também oferecer suporte para vários tipos de linguagens de programação e plataformas de desenvolvimento. Além disso, tanto pesquisadores quanto empresas privadas podem utilizar o kit no desenvolvimentos de novas aplicações e experiências digitais.

2. Blendshapes: Em seguida foi preciso criar um modelo 3D. Para isso, foi seguido os trabalho de Weise et al. (2011) e Cao et al. (2013) que utilizam *blendshapes* de um personagem em 3D, para transferir as expressões. Blendshapes é um conjunto de malhas de rostos em um modelo 3D da face o qual podem ser combinados e interpolados gerando poses ou expressões faciais. Seguindo esses autores foi produzido um personagem animado a partir dos blendshapes das expressões faciais e emocionais como mostra a Figura 4.2. Foram construídas 21 formas de expressões do personagem, usando o software de modelagem 3D Autodesk Maya.

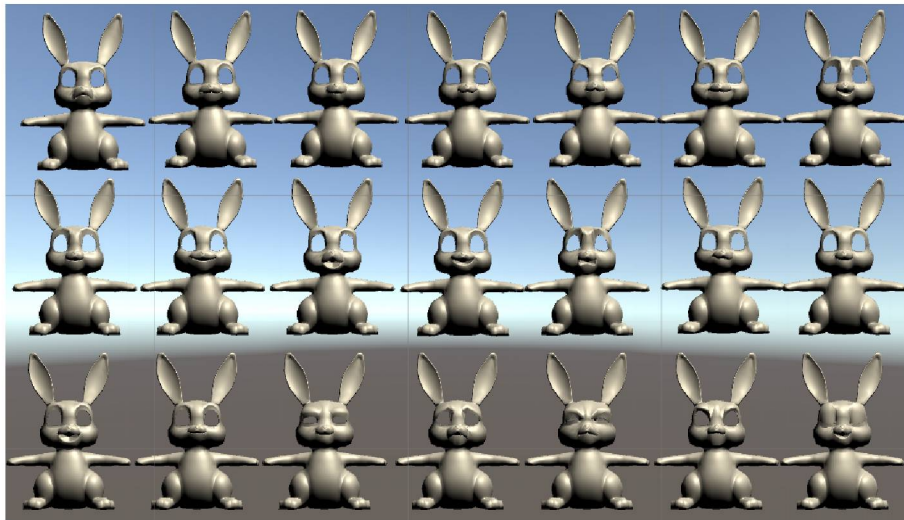


Figura 4.2: *Blendshapes* criados para jogo.

3. Transferência de Expressão: A animação da face do personagem ocorre por meio da deformação da malha 3D. A partir desse ocorre a deformação dos Blendshapes em uma escala que varia de 0 a 100, em cada um dos modelos de expressão. O valor 0 representa a expressão neutra e 100 o máximo da expressão desenhada no modelo. Consequentemente, podemos manipular o blendshape criando expressões com intensidade menor que o máximo e maior que o neutro. O detector de expressão tem o papel de analisar a expressão facial em tempo real, e avaliar a intensidade da expressão.
4. Animação: Para ocorrer a animação facial foi usado o valor da intensidade da expressão captada para o *blendshape* assim podemos controlar o personagem pela intensidade da expressão que se forma na frente do sensor. Desta maneira ocorre a transferência de expressão. A expressão feita é passada para o personagem que repete a partir do ligamento de intensidade de expressão com intensidade do *blendshape* gerando animação da face.

Com a animação que ocorre na face do personagem, é possível interpolar expressões, pois o detector identifica as várias expressões faciais ao mesmo tempo. Por exemplo, um sujeito faz a expressão de felicidade levantando as sobrancelhas, o personagem reconhece a expressão e assimila felicidade com a ação de levantar a sobrancelha.

Essa interpolação tem um papel muito importante, pois ela faz com que o personagem possa ter conjuntos de expressões criando uma correspondência mais realista entre o usuário e o personagem.

4.2 Especificação

Com base nos estudos apontados na seção 3, o protótipo do jogo computacional foi desenvolvido seguindo exemplo dos trabalhos Kwon e Lee (2016) e Aldrich (2009) sobre serious games focados para pessoas com deficiência. O protótipo tem uma interface simples e com elementos animados. Para elaboração do jogo foi preciso seguir alguns passos tais como: roteiro, game design, game play e interface gráfica, os quais serão detalhados nas próximas sessões.

4.2.1 Roteiro

O roteiro de um jogo assemelham-se com roteiros de filmes. É uma das partes fundamentais para o processo de criação na qual será descrito toda história. O roteiro torna-se o fator chave para o sucesso do desenvolvimento do jogo Clua e Bittencourt (2005). No jogo proposto inicialmente não existe uma narrativa, história específica ou um roteiro definido, pois sua estrutura inicial é simples. O foco principal do jogo nessa fase inicial é a interação da criança com o computador.

4.2.2 Game Design

Game Design é a conceituação artística do jogo Clua e Bittencourt (2005). Como esse protótipo é destinado para crianças com TEA foi preciso elaborar um design específico em relação as cores e desenhos dos personagens.

A percepção de cores por pessoas com autismo podem causar uma sobrecarga sensorio-visual, o qual pode estimular sentimentos de obsessão, alívio e estresse de acordo com a hipo ou hipersensibilidade da pessoa. A percepção de cores por crianças varia a partir de experiências e contextos que o indivíduo se encontra Miranda (2014).

O intuito é trabalhar com cores e texturas com tons leves, diversificados e chamativos, pois prendem atenção de quem observa. Sendo assim foi criado um ambiente parecido com um jardim, com árvore, pedras, grama e céu com tons de cores mais suaves, que se adequar-se com o personagem.

Para criação dos personagens foram utilizadas formas 3D com traços artísticos infantis com objetivo de agradar, chamar a atenção e causar a sensação de satisfação no jogador. O protótipo desenvolvido nessa fase inicial compõe-se de apenas um personagens: um coelho.

4.2.3 Game Play

O objetivo é proporcionar autonomia a criança e não exigir muita interação em componentes de hardware como controles, teclado e mouse. Os únicos componentes serão uma câmera de vídeo para capturar suas expressões faciais e um monitor de vídeo para visualização do personagem.

Não havendo interação com periféricos, o controle para jogar será sua face de frente com o monitor e os botões serão suas expressões faciais. Cada expressão feita pela criança será reproduzida pelo personagem juntamente com ações que a criança executar, tais como:

- Se a criança ficar movimentando o rosto para os lados, focando em outros objetos ao invés do computador o personagem irá fazer animações de bater palmas que irá chamar sua atenção, como é apresentado na Figura 4.3.

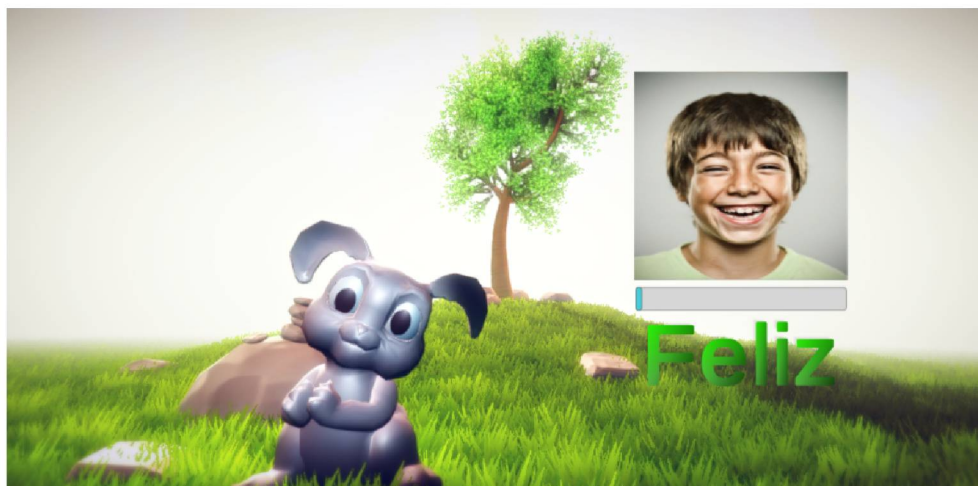


Figura 4.3: Animação para chamar atenção.

- Caso a criança saia da frente do computador (câmera), o personagem chamará sua atenção, mas se ela não voltar, o personagem sairá do centro da tela Figura 4.4, e só irá retornar para tela se a criança ficar em frente ao computador novamente.

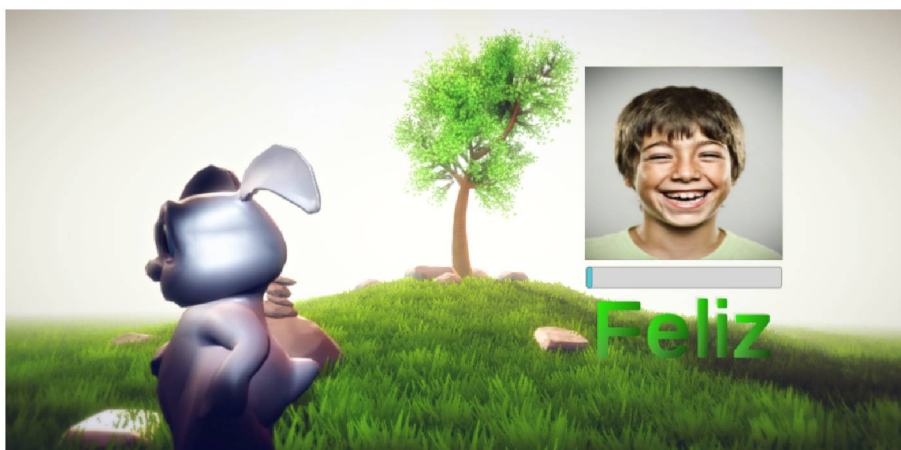


Figura 4.4: Personagem saindo.

O jogo consiste em uma tela inicial onde a criança coloca seu nome, idade e sexo apresentado na Figura 4.5. Este pequeno cadastro pode ser feito pela própria criança, terapeuta ou responsável. Após o cadastro o jogo iniciará com o personagem apresentando-se para criança com pequenas animações para interação.

Em seguida o personagem ficará localizado no centro da tela e ocorrerá repetição das expressões faciais da pessoa em frente a câmera para o personagem. Por exemplo: Se a criança sorrir, o coelho (personagem criado) repetirá instantaneamente o sorriso. O jogo consiste em duas etapas iniciais:

- Produção de Expressões Faciais sem personagem: Objetivo dessa etapa é fazer com que a criança faça expressões faciais apresentadas em uma imagem, representado na Figura 4.6. Essa imagem terá uma pessoa produzindo uma expressão na tela, a partir da produção da expressão realizada uma barra de slide vai sendo preenchida para conclusão. Após ela reproduzir a expressão outra imagem com outra expressão aparecerá e ocorrerá todo o procedimento novamente.



Cadastro

Nome:

Cidade:

Sexo: Data de Nascimento:

Escola:

Obs:

Figura 4.5: Tela de Cadastro.

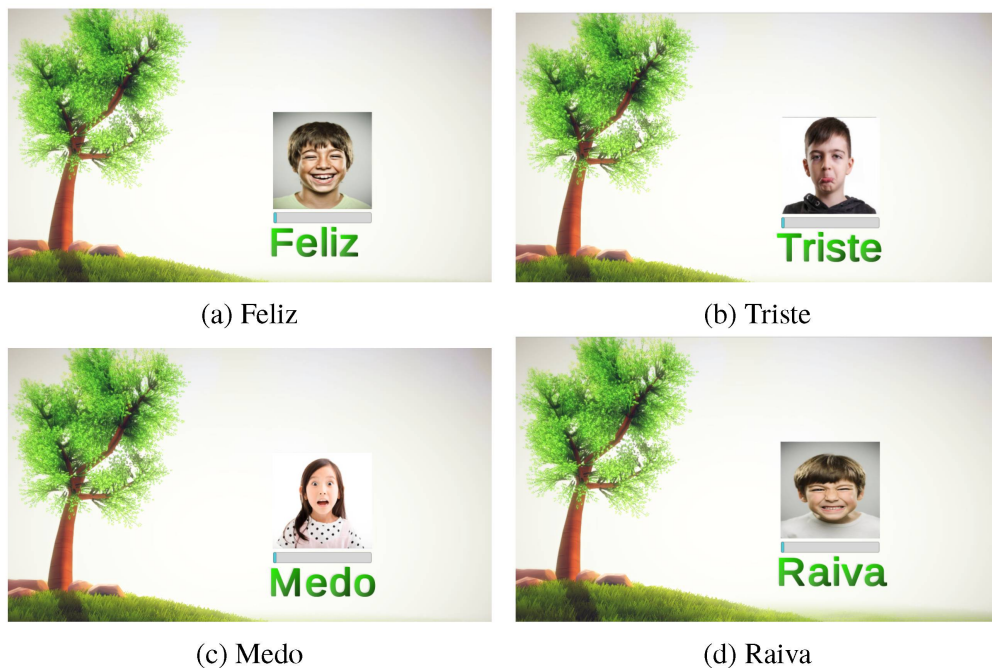


Figura 4.6: Produção de Expressões Faciais sem personagem.

- Produção de Expressões Faciais com personagem: Objetivo dessa etapa é a mesma da anterior, sendo que neste conterá um personagem que realizará as expressões faciais feitas pelas crianças, representado pela Figura 4.7 .

Enquanto o usuário estiver participando dessas etapas dados serão coletados dados para o futuro acompanhamento da evolução da paciente. Esses dados serão:

- Vídeo do usuário: O usuário terá sua imagem (2D e 3D) gravada durante a execução de todos os níveis de testes da ferramenta;
- Interação com a interface: para registro das interações do usuário com o a interface do jogo serão salvas em um banco de dados para posteriormente analisar os dados.
- Respostas: todas as respostas dos desafios serão gravadas.

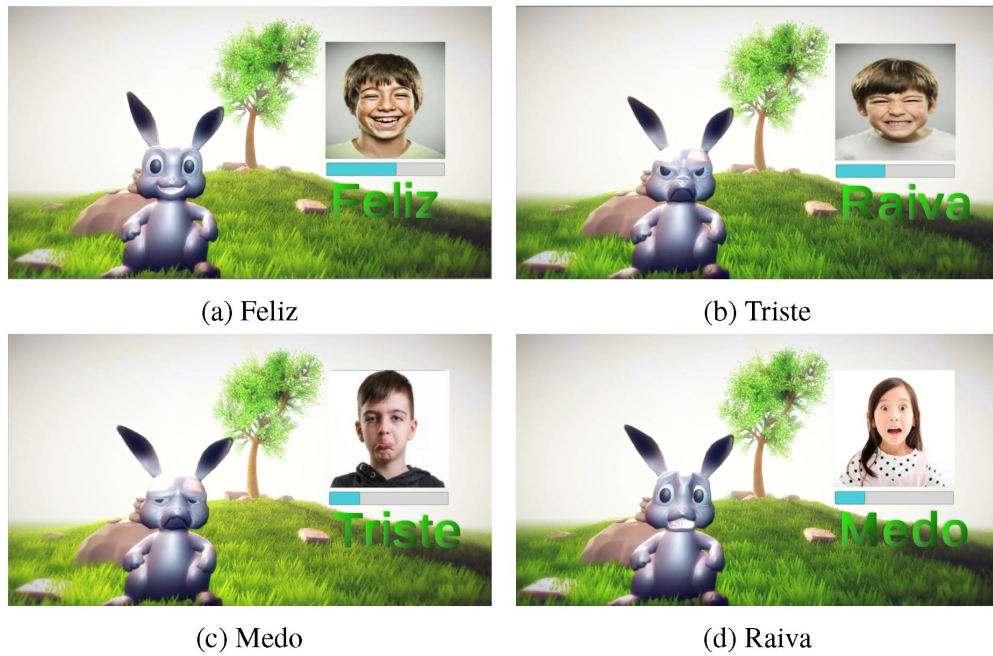


Figura 4.7: Produção de Expressões Faciais com personagem.

4.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a descrição e especificação do jogo para auxiliar crianças com TEA na produção de expressões faciais. O jogo contará com duas etapas: Produção de Expressões Faciais com personagem, Produção de Expressões Faciais sem personagem, serão extraídas informações para futura avaliação das crianças. Para validar a implementação descrita, o próximo capítulo apresenta os teste de usabilidade realizado com o público-alvo (crianças com TEA).

5 Testes de Usabilidade

Com o objetivo de validar a implementação e avaliar a usabilidade do jogo desenvolvido, foram efetuados testes de usabilidade com o público alvo da ferramenta, crianças com TEA de sete a quatorze anos. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do setor de Ciências da Saúde da UFPR, sob o número CAAE 55205016.0.0000.0102 Anexo A.1. Todos os pais ou responsáveis receberam um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovando a participação das crianças no presente estudo. Na seção 5.1 apresenta a metodologia para realização dos testes e Seção 5.2 apresenta definições para recrutamento das crianças nas instituições.

5.1 Metodologia

Os testes foram realizados em três dias nos períodos manhã e tarde. No primeiro dia foram realizados apenas testes na AMA, divididos em cinco crianças no período da manhã e três à tarde. No segundo dia ocorreram com duas crianças de manhã e quatro à tarde na AMA.

No terceiro dia foram três crianças da Estrela de Davi que participaram dos testes. Essa variação de turnos para os testes foi estratégia sugerida pelos professores que acompanham os alunos para que não atrapalhasse suas atividades escolares e terapias feitas pelos profissionais de saúde na instituição.

Antes de iniciar os testes foi apresentado aos professores as funcionalidades do jogo e orientando para que se houver qualquer dificuldade das crianças em reproduzir alguma expressão eles poderiam as auxiliar.

Após essa demonstração e orientações foi ressaltado como o papel dos profissionais seria importante para motivar e orientar a criança na realização dos testes, assim oferecendo mais segurança e conforto para as crianças com intenção de não ocorrer alguma agitação ou nervosismo durante os testes.

Foi previsto a realização de 15 testes com crianças na AMA, sendo possível apenas com 12, porque 3 crianças se estavam muito agitadas e nervosas, sendo assim os professores responsáveis por essas crianças orientaram que não seria possível realizar testes para evitar algum conflito ou um desconforto ainda maior.

5.2 Participantes

Como participantes do teste, foram selecionadas crianças de dois centros diferentes: AMA – Associação Maringaense do Autistas, Associação Maringaense Estrela de Davi. Foram recrutadas no total 15 autistas com idade de 4 a 17 anos, sendo doze da AMA e três da Estrela de Davi, ambas de Maringá, Paraná. Todas as crianças que participaram dos testes são não-verbais, as quais tem dificuldade na expressividade de emoções e sentimentos Passerino et al. (2009).

Para participar do estudo, cada uma das instituições assinou um formulário de co-participação, concordando em autorizar o experimento a ser realizado em suas dependências. Para sistematizar a escolha dos participantes em cada um dos centros, foram definidos critérios de inclusão e exclusão. Os critérios foram definidos com base nos dados disponíveis sobre as crianças autistas de cada um das instituições.

5.2.1 AMA Maringá e Estrela de Davi

A escolha dos participantes do experimento na AMA e Estrela de Davi foi realizada em parceria com os profissionais que trabalham nas instituições. A seleção foi realizada a partir dos seguintes critérios:

- Crianças participantes da AMA e Estrela de Davi.
- Diagnóstico médico de autismo.
- Idade entre 7 e 14 anos.
- Alfabetizadas.
- Termo de consentimento livre esclarecido ao pais, e por eles assinado.
- Possibilidade de que um dos pais (ou responsável legal) possa acompanhar toda a sessão de interação com a ferramenta computacional ou autorizar o professor responsável pelo aluno acompanhar.

Devido às dificuldades apresentadas pelos deficientes motores em estabelecerem a realização da escrita, pede-se a dispensa da aplicação do termo de assentimento livre esclarecido.

- Alterações visuais que impeçam o contato com as imagens apresentadas pela ferramenta.
- Alterações auditivas que impeçam a decodificação dos sons produzidos pela ferramenta.

Com base nestes critérios, selecionou-se doze crianças da AMA e três da Estrela de Davi para participar do experimento. A Tabela 5.1 apresenta os dados sobre as crianças participantes do experimento da AMA e Estrela de Davi.

Identificador	Idade	Sexo	Instituição
Jogador 1	10 anos	Feminino	AMA
Jogador 2	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 3	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 4	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 5	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 6	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 7	11 anos	Masculino	AMA
Jogador 8	9 anos	Masculino	AMA
Jogador 9	14 anos	Masculino	AMA
Jogador 10	7 anos	Feminino	AMA
Jogador 11	7 anos	Masculino	AMA
Jogador 12	7 anos	Masculino	AMA
Jogador 13	6 anos	Masculino	Estrela de Davi
Jogador 14	7 anos	Feminino	Estrela de Davi
Jogador 15	10 anos	Masculino	Estrela de Davi

Tabela 5.1: Dados sobre os participantes do experimento - AMA

5.3 Equipamento e Local

Os testes foram acompanhados e supervisionados por um profissional da área da saúde de cada instituição parceira, juntamente com o educador responsável pela criança.

Os testes foram executados em uma sala cedida pela direção de AMA, para maior conforto e sem objetos ou figuras para não atrapalhar e distrair a criança durante os teste. Na estrela de Davi os testes foram realizados no consultório da fonoaudióloga responsável pelas crianças, onde era feito testes nos intervalos de cada seção da profissional.

A ferramenta computacional foi instalada em um Laptop, da marca Dell. O notebook possui 16GM de memória Ram, processador 2.4 GHz Intel Core i7 e câmera iSight de 3219 x 3232 de resolução. Para melhor visualização da ferramenta, foi utilizado um monitor externo DELL de vinte e três polegadas. A maioria dos dos equipamentos foram cedidos pelo Grupo IMAGO de pesquisa. Todas as atividades serão gravados utilizando uma câmera Intel® RealSense™ 3D Camera (Front F200). Serão coletados dados a partir das respostas das etapas do jogo, durante todo o processo de uso, a partir da câmera frontal Logitech QuickCam Pro 9000. A Figura 5.1 apresenta os equipamentos utilizados.

Figura 5.1: Equipamentos Utilizados nos Testes.

5.4 Considerações Finais

Neste capítulo descreveu-se a metodologia para realização dos testes para captação e análise dos dados. Os participantes e o local onde o experimento será realizado também foram descritos.

6 Resultados

Este capítulo descreve os resultados do experimento efetuado nas duas instituições participantes da pesquisa: Associação Maringaense do Autistas (AMA), Associação Maringaense Estrela de Davi. A Seção 6.1 apresenta os dados coletados durante os testes e os resultados e na Seção 6.2 apresenta as imagens dos vídeos coletados através da câmera Intel® RealSense™.

6.1 Dados Coletados

Durante o jogo foram coletados alguns dados das crianças como: intensidade das expressões; tempo para concluir cada expressão; e o tempo total em cada fase do jogo. Assim, podemos avaliar como foi o desempenho de cada criança.

O jogo proposto consiste em duas etapas, onde a primeira etapa visa a interação com a criança sem o uso do personagem e a segunda utiliza o personagem no processo de interação. Cada etapa é composta por 4 expressões faciais, ambas foram testadas por 15 crianças, totalizando assim 96 interações ao final do experimento.

No gráfico apresentado na Figura 6.1 temos um comparativo dos tempos médios para reprodução de cada expressão abordada nesse trabalho. É possível observar que os participantes conseguiram reproduzir as expressões em menos tempo com personagem presente.

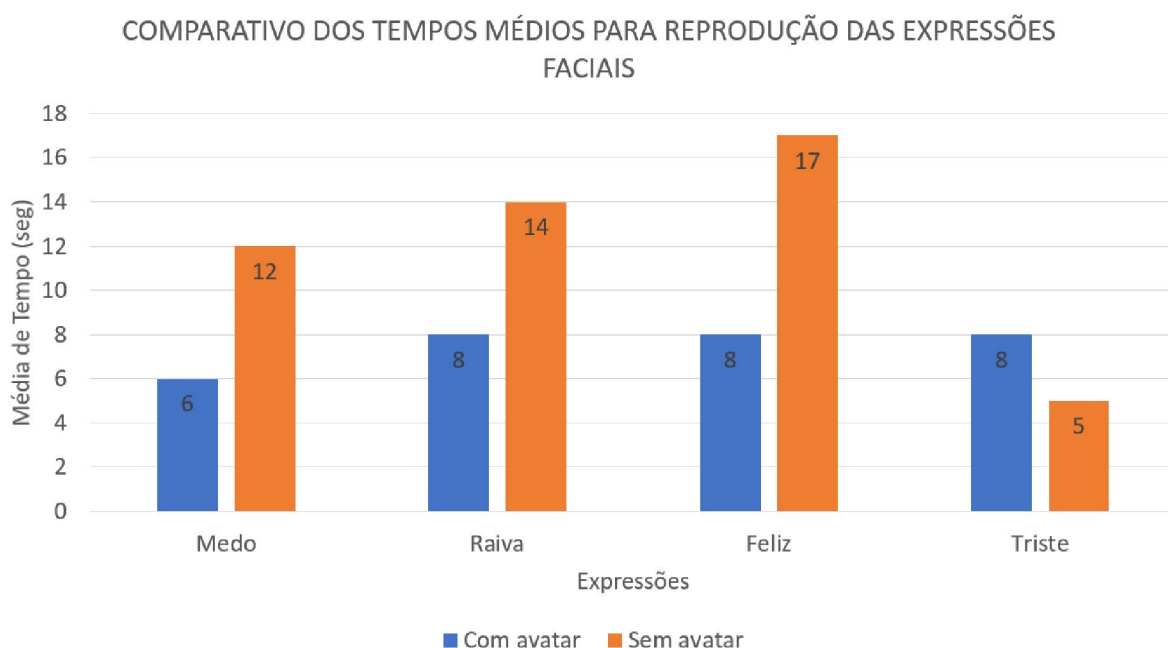


Figura 6.1: Comparativo dos tempos médios para reprodução das expressões faciais.

Além de avaliar o tempo para reproduzir a expressão proposta foi medido a intensidade de cada expressão através do SDK Affectiva, essa intensidade é medida de 0 a 100 McDuff et al. (2016).

Por meio da figura 6.2, podemos perceber que as intensidades variaram muito entre as etapas do jogo. A expressão feliz foi a que teve a maior intensidade em ambas as etapas e triste a que teve menos intensidade. As expressões de raiva e medo são as que mais tiveram dificuldade por parte das crianças ao tentar reproduzir além a de triste.

Podemos perceber a diminuição da intensidade das expressões sem personagem. Quando o personagem está presente muitas crianças ficaram animadas e empolgadas e não conseguiram prestar atenção na sequência do jogo quando elas deveriam reproduzir as expressões das imagens.

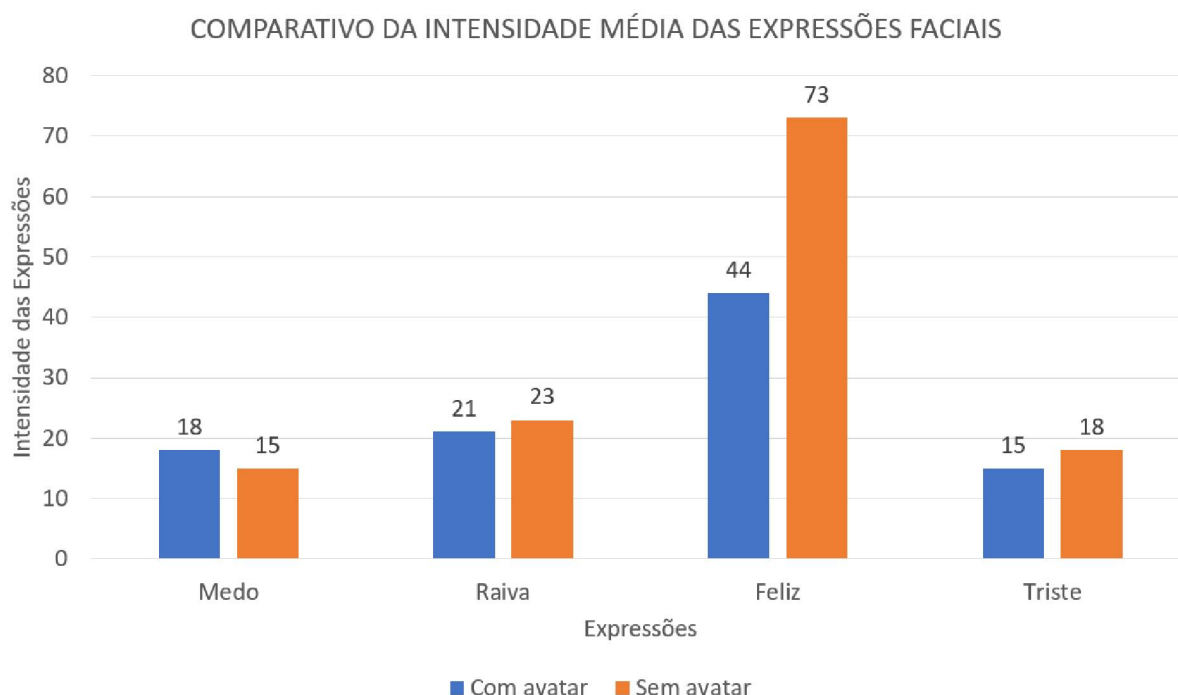


Figura 6.2: Gráfico Comparativo da intensidade média das expressões faciais.

Nas etapas propostas pelo jogo concluímos a partir das análises dos testes que algumas crianças não quiseram reproduzir determinadas expressões faciais. Mesmo com o professor auxiliando houve rejeição da parte da criança. Outras ficaram agitadas e com execução de movimentos de auto estimulação o que dificultou a captura das expressões faciais por meio da câmera e consequentemente o processo de coleta dos dados.

Diante aos obstáculos mencionados no decorrer dos testes foram gravadas intensidades de expressões com valor zero, que descrevem a não possibilidade de captura da reprodução da respectiva expressão facial que estava sendo exibida no jogo. Logo podemos considerar esse fato como um erro de reprodução. Na Figura 6.3 temos uma comparação de Expressão X Erro em relação a cada etapa do jogo.

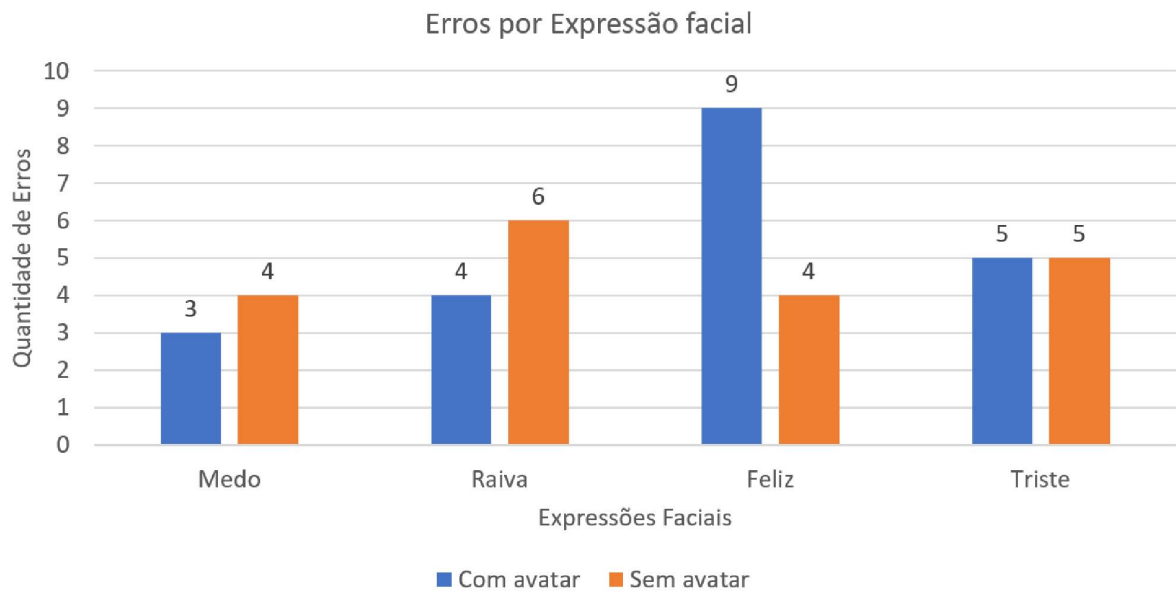


Figura 6.3: Gráfico de Erros por Expressão facial.

6.2 Vídeos das Atividades

Os vídeos gravados durante cada seção pode ser utilizado como critérios para avaliação de cada criança. Para fins de pesquisa e estudos posteriores foram gravadas utilizando a câmera Intel® RealSense™. Esta câmera permite a obtenção de três formatos: Imagem RGB, imagem de profundidade e Imagem infravermelha 6.4, ambas gravadas na resolução de 640x480 pixels, 60 FPS.

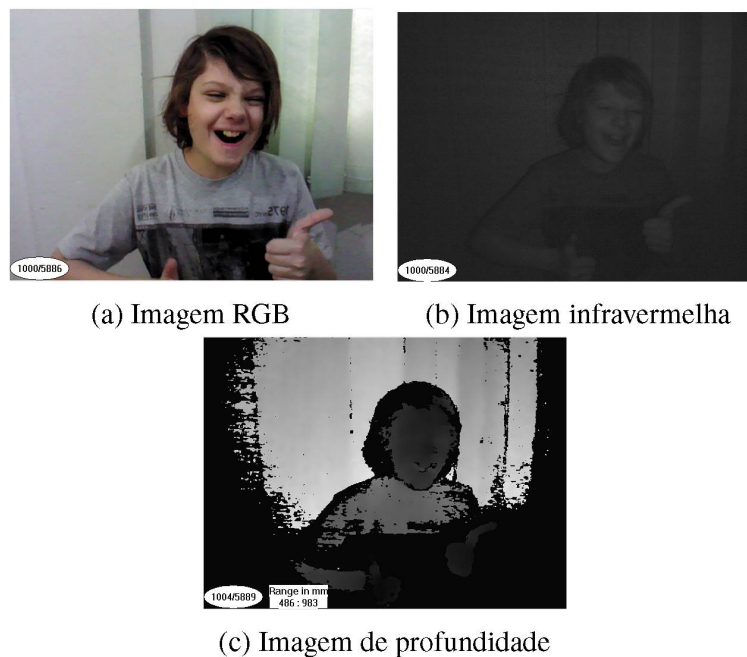


Figura 6.4: Imagens obtidas utilizando a câmera Intel® RealSense™.

Estes vídeos coletados podem auxiliar no desenvolvimento de algoritmos que sejam mais adequados para o público autista, visto as limitações na produção de expressões faciais que os mesmos apresentam.

6.3 Considerações Finais

Este capítulo apresentou os resultados obtidos com os testes de usabilidade efetuado. Os quinze participantes das duas instituições (AMA e Estrela de Davi ambas de Maringá, Paraná) efetuaram uso jogo desenvolvido. Os dados coletados foram analisados sob três formas: Tempos médios para reprodução das expressões faciais, Intensidade média das expressões faciais e Erros por Expressão facial, também os vídeos coletados.

7 Discussão

Com base nos resultados obtidos foi possível perceber que maioria das crianças conseguiram entender o jogo proposto, entretanto algumas precisaram de auxílio dos professor para executar as atividades. Sendo assim, acredita-se que o *Game Design* proposto na Seção 4.2.2 foram cruciais para facilitar e prender as atenções no jogo.

Observou-se também que o *Game Play* projetado foi relevante para interações com o personagem, pois o mesmo não oferecia periféricos de hardware que de alguma forma pudessem atrapalhar ou dificultar na execução das atividades propostas.

As atividades propostas para reprodução de expressões faciais com e sem personagem, notou-se diferença de comportamento entre as atividades, sendo que muitas crianças ficaram agitadas, pelo fato de se surpreenderem e alegrar-se com as interações e animações que o personagem apresentava na dela. Estas reações apresentadas pelas crianças muitas vezes foram um fator que dificultaram na reprodução das outras expressões.

Dessa forma, foi possível perceber que o uso de um personagem animado facilitou no entendimento das expressões faciais abordadas neste trabalho. Através dos trabalhos de Hyde et al. (2014b), ressalta que personagens animados podem ser uma maneira simples para interação de crianças autistas no processo de socialização.

8 Conclusão

Nesse trabalho é apresentado uma ferramenta para auxiliar no tratamento de crianças com TEA. Assim, foi desenvolvido um jogo que possa auxiliar no entendimento e reprodução das expressões faciais. Para apoiar esse processo foi criado um personagem animado com objetivo de ajudar a criança na concentração e interação com o jogo. Foram efetuadas coletas de informações para análise.

Todo o processo foi realizado a partir de um estudo sobre transferência de expressões faciais para personagens animados, e como eles poderiam ser utilizados para auxiliar no tratamento mencionado.

Para avaliar o jogo desenvolvido, foram efetuados experimentos com um grupo de quinze crianças com TEA, sendo doze da AMA e três da Estrela de Davi, ambas de Maringá. As crianças efetuaram duas atividades propostas pelo jogo, uma para reprodução de expressão facial sem o personagem e a outra com personagem. Nos experimentos foi gravado as atividades por duas câmeras (uma 2D e uma 3D), acompanhado por um profissional de saúde da instituição e professor responsável pelo aluno.

Analisando os dados coletados, observou-se que os usuários conseguiram utilizar a ferramenta sem dificuldades o que é um indicador de que a ferramenta é intuitiva para esse público. Podemos considerar que algumas crianças não conseguiram reproduzir as expressões devido a seu nervosismo, agitação e movimentos inesperados, o que dificultou a animação do personagem, ocasionando ruídos na coletas dos dados.

Com os resultados desse estudo, foi possível identificar funcionalidades que devem ser aprimoradas. Incluindo melhorias no método de reconhecimento de expressão, pois a animação do personagem é co-dependente do reconhecimento de expressões, identificamos que o maior problema ocorre quando há variação de pose na cabeça da criança.

Novos personagens para que as crianças possam escolher antes das atividades, pois acreditamos que aumenta o engajamento, melhorias na coleta de informações do jogo e desenvolvimento de uma nova atividade onde o professor possa interagir com as crianças com outro personagem. Estas melhorias e estudos podem, além de melhorar a qualidade de vida das crianças, servir como uma ferramenta de auxílio de profissionais da área de educação especial e profissionais de saúde.

Referências


- Aldrich, C. (2009). *The complete guide to simulations and serious games: How the most valuable content will be created in the age beyond Gutenberg to Google*. John Wiley & Sons.
- Arnold, M. B. (1960). Emotion and personality.
- Camargo, S. P. H. e Bosa, C. A. (2009). Competência social, inclusão escolar e autismo: revisão crítica da literatura. *Psicologia & sociedade*. São Paulo SP. Vol. 21, n. 1 (jan./abr. 2009), p. 65-74.
- Cao, C., Weng, Y., Lin, S. e Zhou, K. (2013). 3d shape regression for real-time facial animation. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 32(4):41.
- Carter, E. J., Williams, D. L., Hodgins, J. K. e Lehman, J. F. (2014). Are children with autism more responsive to animated characters? a study of interactions with humans and human-controlled avatars. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(10):2475–2485.
- Clua, E. W. G. e Bittencourt, J. R. (2005). Desenvolvimento de jogos 3d: concepção, design e programação. Em *XXIV Jornadas de Atualização em Informática (JAI) Part of XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, páginas 22–29.
- Darwin, C. (1965). *The expression of the emotions in man and animals*, volume 526. University of Chicago press.
- Ding, H., Zhou, S. K. e Chellappa, R. (2017). Facenet2expnet: Regularizing a deep face recognition net for expression recognition. Em *Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2017), 2017 12th IEEE International Conference on*, páginas 118–126. IEEE.
- Ekman, P. e Friesen, W. V. (1977). Facial action coding system.
- Faceshift (2017). Software faceshift animation, 2016. disponível: <http://www.faceshift.com/>.
- Glat, R. e Fernandes, E. M. (2005). Da educação segregada à educação inclusiva: uma breve reflexão sobre os paradigmas educacionais no contexto da educação especial brasileira. *Revista Inclusão*, 1(1):35–39.
- Harries, D. (2002). *The new media book*. British Film Institute.
- Hyde, J., Carter, E. J., Kiesler, S. e Hodgins, J. K. (2013). Perceptual effects of damped and exaggerated facial motion in animated characters. Em *Automatic Face and Gesture Recognition (FG), 2013 10th IEEE International Conference and Workshops on*, páginas 1–6. IEEE.
- Hyde, J., Carter, E. J., Kiesler, S. e Hodgins, J. K. (2014a). Assessing naturalness and emotional intensity: a perceptual study of animated facial motion. Em *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Perception*, páginas 15–22. ACM.

- Hyde, J., Carter, E. J., Kiesler, S. e Hodgins, J. K. (2015). Using an interactive avatar's facial expressiveness to increase persuasiveness and socialness. Em *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, páginas 1719–1728. ACM.
- Hyde, J., Kiesler, S., Hodgins, J. K. e Carter, E. J. (2014b). Conversing with children: cartoon and video people elicit similar conversational behaviors. Em *Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems*, páginas 1787–1796. ACM.
- Klin, A. e Mercadante, M. T. (2006). Autism and the pervasive developmental disorders. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 28:s1–s2.
- Kumar, N., Berg, A., Belhumeur, P. N. e Nayar, S. (2011). Describable visual attributes for face verification and image search. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 33(10):1962–1977.
- Kumar, N., Berg, A. C., Belhumeur, P. N. e Nayar, S. K. (2009). Attribute and simile classifiers for face verification. Em *Computer Vision, 2009 IEEE 12th International Conference on*, páginas 365–372. IEEE.
- Kwon, J. e Lee, Y. (2016). Serious games for the job training of persons with developmental disabilities. *Computers & Education*, 95:328–339.
- Matson, J. L. e Kozlowski, A. M. (2011). The increasing prevalence of autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(1):418–425.
- McDuff, D., Mahmoud, A., Mavadati, M., Amr, M., Turcot, J. e Kaliouby, R. e. (2016). Affdex sdk: a cross-platform real-time multi-face expression recognition toolkit. Em *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, páginas 3723–3726. ACM.
- Miranda, H. F. S. d. (2014). O efeito das cores em crianças com autismo.
- Moura, J. S. (2008). Jogos eletrônicos e professores: primeiras aproximações. *4º Seminário Jogos eletrônicos, educação e comunicação: construindo novas trilhas*.
- Papalia, D. E., Olds, S. W. e Feldman, R. D. (2009). *O Mundo da Criança-: Da Infância à Adolescência*. AMGH Editora.
- Passerino, L. M., Santarosa, L. M. C. e Tarouco, L. M. (2009). Interação social e mediação em ambientes digitais de aprendizagem com sujeitos com autismo. *Brazilian Journal of Computers in Education*, 15(1).
- Paula, C. S., Ribeiro, S. H., Fombonne, E. e Mercadante, M. T. (2011). Brief report: prevalence of pervasive developmental disorder in brazil: a pilot study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(12):1738–1742.
- Pawaskar, C., Ma, W.-C., Carnegie, K., Lewis, J. P. e Rhee, T. (2013). Expression transfer: A system to build 3d blend shapes for facial animation. Em *2013 28th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ 2013)*, páginas 154–159. IEEE.
- Picard, R. W., Vyzas, E. e Healey, J. (2001). Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 23(10):1175–1191.

- Plutchik, R. (2001). The nature of emotions human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *American scientist*, 89(4):344–350.
- Ranjan, R., Patel, V. M. e Chellappa, R. (2016). Hyperface: A deep multi-task learning framework for face detection, landmark localization, pose estimation, and gender recognition. *arXiv preprint arXiv:1603.01249*.
- Ranjan, R., Sankaranarayanan, S., Castillo, C. D. e Chellappa, R. (2017). An all-in-one convolutional neural network for face analysis. Em *Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2017)*, 2017 12th IEEE International Conference on, páginas 17–24. IEEE.
- Saragih, J. M., Lucey, S. e Cohn, J. F. (2011). Real-time avatar animation from a single image. Em *Automatic Face & Gesture Recognition and Workshops (FG 2011)*, 2011 IEEE International Conference on, páginas 117–124. IEEE.
- Stone, R. (2009). Serious games: virtual reality’s second coming? *Virtual reality*, 13(1):1–2.
- Thies, J., Zollhöfer, M., Nießner, M., Valgaerts, L., Stamminger, M. e Theobalt, C. (2015). Real-time expression transfer for facial reenactment. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 34(6):183.
- Tian, Y.-I., Kanade, T. e Cohn, J. F. (2001). Recognizing action units for facial expression analysis. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 23(2):97–115.
- Warren, Z., McPheeters, M. L., Sathe, N., Foss-Feig, J. H., Glasser, A. e Veenstra-VanderWeele, J. (2011). A systematic review of early intensive intervention for autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 127(5):e1303–e1311.
- Weise, T., Bouaziz, S., Li, H. e Pauly, M. (2011). Realtime performance-based facial animation. *ACM Transactions on Graphics (Proceedings SIGGRAPH 2011)*, 30(4).
- Zhu, X. e Ramanan, D. (2012). Face detection, pose estimation, and landmark localization in the wild. Em *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2012 IEEE Conference on, páginas 2879–2886. IEEE.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9):25–32.

Apêndice A: Anexos

A.1 Comprovante do Envio do Projeto

UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ -		
COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO		
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA		
Título da Pesquisa:	TRANSFERÊNCIA DE EXPRESSÕES FACIAIS PARA AVATARES ANIMADOS: AUXILIANDO CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA	
Pesquisador:	Luciano Silva	
Versão:	5	
CAAE:	55205016.0.0000.0102	
Instituição Proponente:	Programa de Pós-Graduação em Informática/UFPR	
DADOS DO COMPROVANTE		
Número do Comprovante:	048578/2017	
Patrocinador Principal:	Financiamento Próprio	

Informamos que o projeto TRANSFERÊNCIA DE EXPRESSÕES FACIAIS PARA AVATARES ANIMADOS: AUXILIANDO CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA que tem como pesquisador responsável Luciano Silva, foi recebido para análise ética no CEP UFPR - Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná - SCS/UFPR em 15/05/2017 às 09:55.

Figura A.1: Comprovante de Recepção.

A.2 Termo de consentimento - AMA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Nós, Jesher Heliel Rodrigues, Luciano Silva, Olga Regina Pereira Bellon, Gustavo Manoel Schier Doria, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o senhor, responsável legal pela criança seguida na Associação Maringense dos Autistas, - AMA de Maringá, e com diagnóstico de autismo a participar de um estudo intitulado “Transferência de Expressões Faciais para Avatares Animados: Auxiliando Crianças com Transtorno do Espectro Autista”.

1. Objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma ferramenta computacional que visa auxiliar no tratamento de crianças com diagnóstico de autismo, promovendo o aperfeiçoamento da maneira de demonstrar suas reações frente a acontecimentos através de suas expressões faciais. Tal projeto consiste em um jogo interativo com foco na reprodução facial e interação social de crianças com esse diagnóstico. Através do jogo pretende-se fornecer alternativas para ampliar as capacidades de comunicação e interação com outras pessoas através de personagens animados.
2. Caso você autorize a criança sob sua responsabilidade a participar da pesquisa, será necessário que a criança sob sua responsabilidade com diagnóstico de autismo participe de uma sessão de no máximo 30 minutos, em que irá operar a citada ferramenta computacional. O responsável legal pela criança deverá participar de toda a sessão.
 - Durante a operação da ferramenta, serão coletados dados da criança participante ao utilizar a ferramenta.
 - Os dois tipos de dados coletados serão: a) vídeo do participante ao utilizar a ferramenta; b) registro das interações do usuário com o a interface do jogo.
 - Estes dados serão utilizados somente para comprovar que as funcionalidades implementadas na ferramenta estão funcionando corretamente, sendo descartados após o término da pesquisa.
3. Para tanto você e a criança sob sua responsabilidade deverá dispor de cerca de 01 hora além do utilizado na consulta habitual da criança sob sua responsabilidade. O experimento poderá ser realizado hoje, ou caso você deseje, na próxima consulta da criança sob sua responsabilidade.
4. É possível que a criança experimente algum desconforto, principalmente relacionado ao cansaço no uso da ferramenta.
5. Existe também risco de constrangimento ao responder ao formulário de pré-entrevista.
6. Os benefícios esperados com essa pesquisa são a melhoria na habilidade de reconhecimento e reprodução de expressões faciais da criança sob sua responsabilidade. Nem sempre a criança sob sua responsabilidade será diretamente beneficiada com o resultado do experimento, mas poderá contribuir para o avanço científico e aperfeiçoamento da ferramenta computacional.
7. O pesquisador Luciano Silva, responsável por este estudo, poderá ser contatado para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe informações sobre o estudo. O pesquisador pode ser encontrado no seguinte endereço: Rua: Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210 Complemento: Departamento de Informática, Campus II - Centro Politécnico, Bairro: Jardim das Américas, Cidade: Curitiba - PR. O mesmo também pode ser contatado via telefone, no número (41) 3361-3684, entre as 09hrs as 17hrs.
8. A participação da criança sob sua responsabilidade neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

9. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas: Olga Regina Pereira Bellon, Jeshher Heliel Rodrigues, Gustavo Manoel Schier Dória, coparticipantes no estudo. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que as identidades sejam preservadas e mantida a confidencialidade.
10. O material obtido – questionários, imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será arquivado ao término do estudo, dentro de três meses.
11. despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e o senhor não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
12. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o nome da criança sob sua responsabilidade, e sim um código.
13. Ao aceitar a participação neste estudo, será solicitado a permissão ao prontuário médico da criança sob sua responsabilidade, com o objetivo de verificar o diagnóstico de autismo da mesma. O prontuário será verificado e devolvido ao Associação Maringaense dos Autistas, - AMA de Maringá.
14. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.
15. Caso você deseje entrar em contato diretamente com os pesquisadores, os mesmos podem ser encontrados seguinte endereço: Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210 Complemento: Departamento de Informática, Campus II - Centro Politécnico - UFPR, Bairro: Jardim das Américas, Cidade: Curitiba - PR. Os mesmos também podem ser contatados via telefone, no número (41) 3361-3684, entre as 09hrs as 17hrs.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual autorizei meu filho(a) a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios para meu filho(a). Eu entendi que sou livre para interromper a participação do meu filho(a) a qualquer momento, sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para o mesmo. Eu concordo voluntariamente de que meu filho(a) participará deste estudo.

Curitiba, ____ de ____ de ____ .

Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal.

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE.

A.3 Termo de consentimento - Estrela de Davi

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Nós, Jeshier Heliel Rodrigues, Luciano Silva, Olga Regina Pereira Bellon, Gustavo Manoel Schier Doria, pesquisadores da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o senhor, responsável legal pela criança seguida na Estrela de Davi Associação de Pais e Amigos dos Autistas de Maringá, e com diagnóstico de autismo a participar de um estudo intitulado “Transferência de Expressões Faciais para Avatares Animados: Auxiliando Crianças com Transtorno do Espectro Autista”.

1. Objetivo dessa pesquisa é desenvolver uma ferramenta computacional que visa auxiliar no tratamento de crianças com diagnóstico de autismo, promovendo o aperfeiçoamento da maneira de demonstrar suas reações frente a acontecimentos através de suas expressões faciais. Tal projeto consiste em um jogo interativo com foco na reprodução facial e interação social de crianças com esse diagnóstico. Através do jogo pretende-se fornecer alternativas para ampliar as capacidades de comunicação e interação com outras pessoas através de personagens animados.
2. Caso você autorize a criança sob sua responsabilidade a participar da pesquisa, será necessário que a criança sob sua responsabilidade com diagnóstico de autismo participe de uma sessão de no máximo 30 minutos, em que irá operar a citada ferramenta computacional. O responsável legal pela criança deverá participar de toda a sessão.
 - Durante a operação da ferramenta, serão coletados dados da criança participante ao utilizar a ferramenta.
 - Os dois tipos de dados coletados serão: a) vídeo do participante ao utilizar a ferramenta; b) registro das interações do usuário com o a interface do jogo.
 - Estes dados serão utilizados somente para comprovar que as funcionalidades implementadas na ferramenta estão funcionando corretamente, sendo descartados após o término da pesquisa.
3. Para tanto você e a criança sob sua responsabilidade deverá dispor de cerca de 01 hora além do utilizado na consulta habitual da criança sob sua responsabilidade. O experimento poderá ser realizado hoje, ou caso você deseje, na próxima consulta da criança sob sua responsabilidade.
4. É possível que a criança experimente algum desconforto, principalmente relacionado ao cansaço no uso da ferramenta.
5. Existe também risco de constrangimento ao responder ao formulário de pré-entrevista.
6. Os benefícios esperados com essa pesquisa são a melhoria na habilidade de reconhecimento e reprodução de expressões faciais da criança sob sua responsabilidade. Nem sempre a criança sob sua responsabilidade será diretamente beneficiada com o resultado do experimento, mas poderá contribuir para o avanço científico e aperfeiçoamento da ferramenta computacional.

7. O pesquisador Luciano Silva, responsável por este estudo, poderá ser contatado para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe informações sobre o estudo. O pesquisador pode ser encontrado no seguinte endereço: Rua: Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210 Complemento: Departamento de Informática, Campus II - Centro Politécnico, Bairro: Jardim das Américas, Cidade: Curitiba - PR. O mesmo também pode ser contatado via telefone, no número (41) 3361-3684, entre as 09hrs as 17hrs.
8. A participação da criança sob sua responsabilidade neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
9. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas: Olga Regina Pereira Bellon, Jeshel Heliel Rodrigues, Gustavo Manoel Schier Dória, coparticipantes no estudo. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que as identidades sejam preservadas e mantida a confidencialidade.
10. O material obtido – questionários, imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será arquivado ao término do estudo, dentro de três meses.
11. despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e o senhor não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
12. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o nome da criança sob sua responsabilidade, e sim um código.
13. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.
14. Caso você deseje entrar em contato diretamente com os pesquisadores, os mesmos podem ser encontrados seguinte endereço: Av. Coronel Francisco Heráclito dos Santos, 210 Complemento: Departamento de Informática, Campus II - Centro Politécnico - UFPR, Bairro: Jardim das Américas, Cidade: Curitiba - PR. Os mesmos também podem ser contatados via telefone, no número (41) 3361-3684, entre as 09hrs as 17hrs.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual autorizei meu filho(a) a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios para meu filho(a). Eu entendi que sou livre para interromper a participação do meu filho(a) a qualquer momento, sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para o mesmo.

Eu concordo voluntariamente de que meu filho(a) participará deste estudo.

Curitiba, ____ de ____ de ____ .

Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal.

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE.